

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-016531

(43)Date of publication of application : 19.01.1996

(51)Int.Cl.

G06F 15/16

G06F 1/20

G06F 9/46

(21)Application number : 06-146522

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 28.06.1994

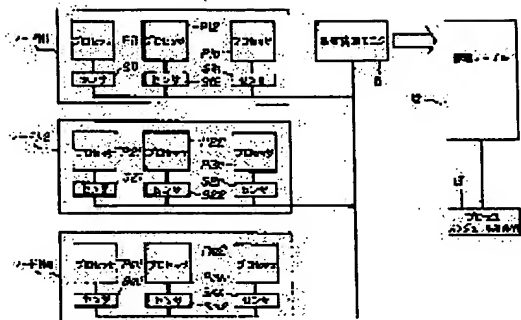
(72)Inventor : YOKOYAMA TAKUZO

## (54) PROCESS SCHEDULE SYSTEM

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To suppress the cooling capability required for a parallel computer system to reduce the operation cost of the whole of the system by performing the selection processing of a specific processor to be the schedule object of a new process so as to uniformize the operation temperatures of respective processors.

**CONSTITUTION:** A process schedule processing part 13 is started at each time of the occurrence of a process assignment request to processors P11 to Pmn constituting the system and obtains a threshold of the operation temperature of each processor in each of nodes N1 to Nn at first. A management table 12 is referred to find the node satisfying the condition that processors, which have minimum values of operation temperatures lower than thresholds of operation temperatures and can be operated, exist. Thereafter, the processor whose operation temperature is minimum is found, and the process is assigned to this processor. Since the process is assigned to the processor which has the minimum operation temperature and can be operated in this manner, unevenness of the temperature rise between processors constituting the system is prevented.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-16531

(43) 公開日 平成8年(1996) 1月19日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

G 0 6 F 15/16

1/20

9/46

識別記号

4 3 0 B

庁内整理番号

3 4 0 D 7737-5B

F I

技術表示箇所

G 0 6 F 1/ 00

3 6 0 Z

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号

特願平6-146522

(22) 出願日

平成6年(1994) 6月28日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 横山 卓三

神奈川県横浜市戸塚区戸塚町5030番地 株

式会社日立製作所ソフトウェア開発本部内

(74) 代理人 弁理士 武 顕次郎

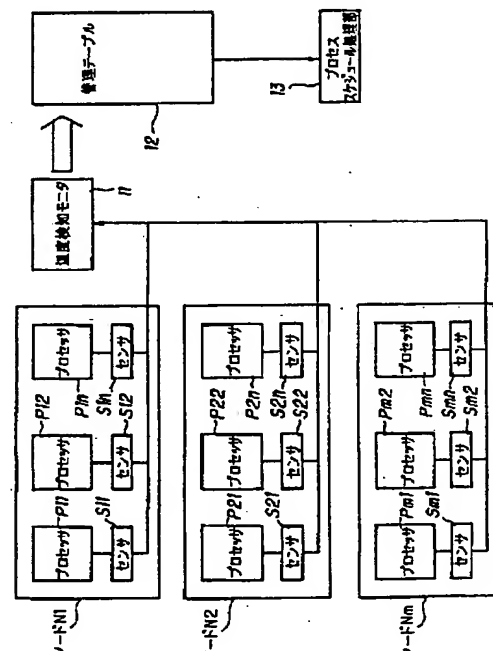
(54) 【発明の名称】 プロセススケジュール方式

(57) 【要約】

【目的】 プロセススケジュール方式に関し、動作中の複数のプロセッサ間における温度上昇の偏りを防止し、並列計算機システムに必要な冷却能力を抑えて、並列計算機システム全体の運用コストを低減させる。

【構成】 並列計算機システムを構成する複数のプロセッサの各々に対して、当該プロセッサの温度を検知する温度検知センサを設置する。温度検知モニタは、各々のプロセッサの動作温度および動作状態を定期的にモニタして、得られた動作温度および動作状態を管理テーブルに設定する。プロセススケジュール処理部は、管理テーブルの内容に基づいて、すべてのプロセッサのうちで動作温度が最小であるプロセッサを選択し、当該プロセッサにプロセスの割当てを行う。

【図1】



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数のプロセッサ上で複数のプロセスを同時に実行させる並列計算機システムにおいて、各々のプロセッサの動作温度および動作状況が一括管理されている管理テーブルの内容に基づいて、各々のプロセッサの動作温度が均一化されるように、新たなプロセスのスケジュール対象とすべき特定のプロセッサの選択処理を行うスケジュール処理手段を具備する構成としたことを特徴とするプロセススケジュール方式。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明はプロセススケジュール方式に係り、特に、並列計算機システムに搭載された複数のプロセッサに対するプロセススケジュール方式に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 図 5 は、従来のプロセススケジュール方式の一般的な概念を示すブロック図である。同図中、並列計算機システム 1 に対してジョブ 2 が投入されると、並列計算機システム 1 内に設けられたプロセススケジュール部 1 a は、管理テーブル 1 b を参照して並列計算機システム 1 に搭載されている各々のプロセッサ P<sub>1</sub>、P<sub>2</sub>、……、P<sub>n</sub> の動作状態を取得し、新たにプロセス割当てを行うことが可能な所定の条件を満足するプロセッサを選択して、ジョブ 2 から生成されたプロセスを選択されたプロセッサに割当てる。このようなプロセススケジュール方式に関連する公知例としては、例えば、特開平 2-33650 号公報や特開昭 62-198949 号公報などがあげられる。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 上記従来技術において、管理テーブルを参照して得られる各々のプロセッサの動作状態を表わす情報は、プロセスの実行処理に伴うプロセッサに対する負荷量（特開昭 62-198949 号公報）や、プロセッサが継続的に未使用状態であった時間（特開平 2-33650 号公報）などの論理的な情報である。そして、上述した論理的な情報に基づいて行われるプロセススケジュールでは、各々のプロセッサの使用率に偏りが生じやすくなり、一部のプロセッサが他のプロセッサよりも頻繁に使用される傾向が高い。

【0004】 ところで、プロセッサの電力消費量は、使用状態（割当てられたプロセスが動作中である状態）であるときの方が未使用状態（プロセスが何も割当てられていない状態）であるときよりも大きく、また、電力消費量と発熱量とは比例するのが一般的である。したがって、使用率の高いプロセッサの温度は使用率の低いプロセッサの温度よりも上昇しやすい。プロセッサの温度上昇は一定の許容値を超えると誤動作や破壊などの原因となり得るので、動作中のプロセッサに対する冷却手段が必要不可欠であるが、上述したように各々のプロセッサ

2

の使用率に偏りが生ずる並列計算機システムの場合には、発熱量が最大となるプロセッサを十分に冷却できるように上記冷却手段を設けなければならない。すなわち、並列計算機システム全体としてのプロセッサの平均使用率が比較的低くても、各々のプロセッサの使用率の偏りが大きく、特定のプロセッサの温度上昇が突出する可能性が高いときには、高い冷却能力を有する冷却手段を設けなければならない。このため、空調設備なども含めた並列計算機システム全体の運用コストが上昇してしまうという問題点があった。

10

【0005】 したがって本発明の目的は、上記の問題点を解決して、動作中の複数のプロセッサ間における温度上昇の偏りを防止することで並列計算機システムに必要な冷却能力を抑えて、並列計算機システム全体の運用コストを低減させることのできるプロセススケジュール方式を提供することにある。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】 上記の目的を達成するため、本発明のプロセススケジュール方式は、複数のプロセッサ上で複数のプロセスを同時に実行させる並列計算機システムにおいて、各々のプロセッサの動作温度および動作状況が一括管理されている管理テーブルの内容に基づいて、各々のプロセッサの動作温度が均一化されるように、新たなプロセスのスケジュール対象とすべき特定のプロセッサの選択処理を行うスケジュール処理手段を具備する構成としたものである。

## 【0007】

【作用】 上記構成に基づく作用を説明する。

【0008】 本発明のプロセススケジュール方式では、複数のプロセッサ上で複数のプロセスを同時に実行させる並列計算機システムにおいて、各々のプロセッサの動作温度および動作状況が一括管理されている管理テーブルの内容に基づいて、各々のプロセッサの動作温度が均一化されるように、新たなプロセスのスケジュール対象とすべき特定のプロセッサの選択処理を行うスケジュール処理手段を具備する構成としたことにより、動作中の複数のプロセッサ間における温度上昇の偏りを防止し、並列計算機システムに必要な冷却能力を抑えて、並列計算機システム全体の運用コストを低減させることができる。

40

## 【0009】

【実施例】 以下、本発明のプロセススケジュール方式の一実施例を図面を用いて詳細に説明する。

【0010】 図 1 は、本発明のプロセススケジュール方式を実現する並列計算機システムの一実施例を示すブロック図である。図 1 の並列計算機システムでは、システムの基本的な構成要素であるプロセッサ P<sub>11</sub>、P<sub>12</sub>、……、P<sub>nn</sub> の各々に対して現状における当該プロセッサの動作温度を検出するための温度センサ S<sub>11</sub>、S<sub>12</sub>、……、S<sub>nn</sub> が設置されている。そして、検出された各プロセッサの動作温

50

3

度に基づくプロセスのスケジュール制御を行うため、後述する温度検知モニタ11、管理テーブル12、プロセススケジュール処理部13が、それぞれ設置されている。また、本実施例では、プロセッサ $P_{11}, P_{12}, \dots, P_n$ が、それぞれ数個ずつにグループ分けされたノード $N_1, N_2, \dots, N_m$ ごとに分割管理されている。

【0011】温度検知モニタ11は、タイマ割込み制御などによって一定時間ごとに起動され、上述した温度センサ $S_{11}, S_{12}, \dots, S_n$ が検出している現状における各プロセッサ $P_{11}, P_{12}, \dots, P_n$ の動作温度をモニタして、その動作温度および動作状況を管理テーブル12に設定する。

【0012】図2は、図1中の管理テーブルの一構成例を示す図である。同図中、管理テーブル12には、システムの基本的な構成要素であるプロセッサ $P_{11}, P_{12}, \dots, P_n$ の各々について、その所属するノードを特定するノード番号、当該プロセッサを特定するプロセッサ番号、設置されている温度センサから温度検知モニタ11によって直前にモニタされた当該プロセッサの動作温度、現状において当該プロセッサが動作可能であるか否かを表わす動作可否フラグの各情報が設定される。

【0013】図3は、図1中の温度検知モニタの動作を示すフローチャートである。図3において、温度検知モニタ11は、動作温度をモニタしようとするプロセッサを選択し（ステップ31）、当該プロセッサに設置されている温度センサから当該プロセッサの現状での動作温度を取得し、さらに、当該プロセッサの動作状況（当該プロセッサは起動されているか否かなど）を取得する（ステップ32）。そして、得られた当該プロセッサの動作温度および動作状況を、当該プロセッサが所属するノードを特定するノード番号とともに管理テーブル12に設定する（ステップ33）。以上ステップ31→33の処理を、並列計算機システムを構成するすべてのプロセッサについて処理が行われるまで繰り返す（ステップ34）。

【0014】図4は、図1中のプロセススケジュール処理部の動作を示すフローチャートである。同図中、プロセススケジュール処理部13は、システムを構成するプロセッサ $P_{11}, P_{12}, \dots, P_n$ に対するプロセスの割当て要求が発生するごとに起動されて、最初に各々のノード $N_1, N_2, \dots, N_m$ について、当該ノードを構成している各プロセッサの動作温度の閾値を求める（ステップ41）。この場合の閾値としては、動作温度がそれ以上に上昇してしまった場合には正常な動作を保証できなくなる温度などを用いる。そして、特定のノードを選択して（ステップ42）、選択された当該ノードを構成するプロセッサの動作温度の最小値が、当該ノードにおける動作温度の閾値よりも大きいかなどを判定し（ステップ43）、上記動作温度の最小値が上記閾値を下回るノードが見つかるまで、ステップ42→43の処理を繰り返す。

4

す。そして、上記動作温度の最小値が上記閾値を下回るノードが見つかった場合には、当該ノードを構成しているプロセッサのすべてが動作可能状態でないかを判定し（ステップ44）、プロセッサのすべてが動作可能状態でなかった場合にはステップ42に戻る。すなわち、プロセッサの動作温度の最小値が動作温度の閾値を下回っており、さらに、動作可能なプロセッサが存在するという条件を満たすノードを、ステップ42→44によって見つけ出す。

【0015】上記条件を満たすノードがあった場合には、当該ノードを構成しているプロセッサのひとつを選択して（ステップ45）、選択された当該プロセッサの動作温度が当該ノードを構成しているすべてのプロセッサ中で最小か否かを判定し（ステップ46）、動作温度が最小であるプロセッサが見つかるまでステップ45→46の処理を繰り返す。そして、動作温度が最小であるプロセッサがあった場合には、当該プロセッサに対してプロセスの割当てを行い（ステップ47）、プロセススケジュール処理を終了する。

【0016】以上により、プロセスの割当て要求があった場合には、動作温度が最小で動作可能なプロセッサに対してプロセスが割当てられるので、システムを構成するプロセッサ間における温度上昇の偏りは防止され、並列計算機システムに必要な冷却能力を抑えて、並列計算機システム全体の運用コストを低減させることができる。

【0017】なお、本実施例では、上記条件を満たすノードを構成しているプロセッサのうち、動作温度が最小であるプロセッサを新たなプロセスの割当てを行うべきプロセッサとして選択したが、当該ノードを構成しているプロセッサはいずれも動作温度の閾値を下回っているため、任意のプロセッサを新たなプロセスの割当てを行うべきプロセッサとして選択してもよい。

【0018】

【発明の効果】以上詳しく説明したように、本発明のプロセススケジュール方式によれば、複数のプロセッサ上で複数のプロセスを同時に実行させる並列計算機システムにおいて、各々のプロセッサの動作温度および動作状況が一括管理されている管理テーブルの内容に基づいて、各々のプロセッサの動作温度が均一化されるように、新たなプロセスのスケジュール対象とすべき特定のプロセッサの選択処理を行うスケジュール処理手段を具備する構成としたことにより、動作中の複数のプロセッサ間における温度上昇の偏りを防止し、並列計算機システムに必要な冷却能力を抑えて、並列計算機システム全体の運用コストを低減させることができるという効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のプロセススケジュール方式を実現する並列計算機システムの一実施例を示すブロック図であ

る。

【図2】図1中の管理テーブルの一構成例を示す図である。

【図3】図1中の温度検知モニタの動作を示すフローチャートである。

【図4】図1中のプロセススケジュール処理部の動作を示すフローチャートである。

【図5】従来のプロセススケジュール方式の一般的な概念を示すブロック図である。

# 【符号の説明】

11 温度検知モニタ

12 管理テーブル

13 プロセススケジュール処理部

$N_1, N_2, \dots, N_n$  ノード

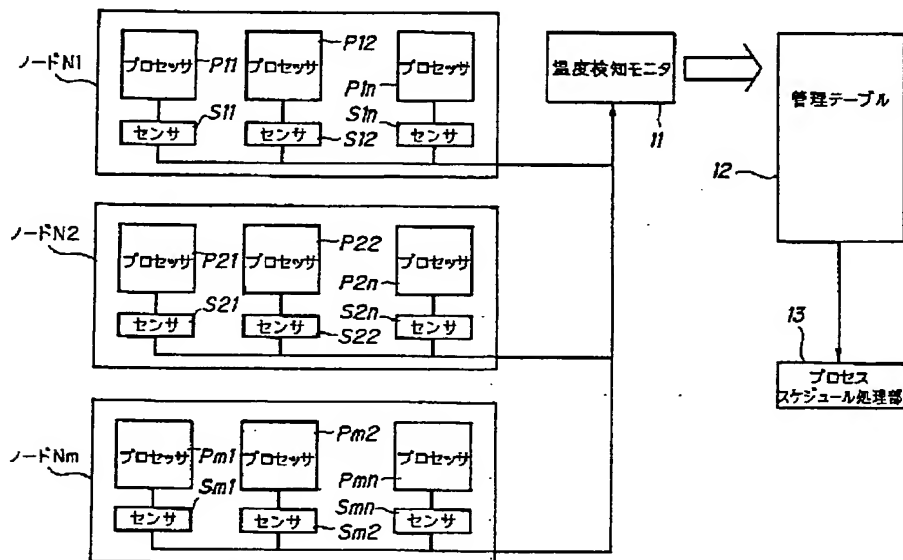
$P_{11}, P_{12}, \dots, P_{1n}, P_{21}, P_{22}, \dots, P_{2n}, P_{n1}, P_{n2}, \dots, P_{nn}$

プロセッサ

$S_{11}, S_{12}, \dots, S_{1n}, S_{21}, S_{22}, \dots, S_{2n}, S_{n1}, S_{n2}, \dots, S_{nn}$

温度センサ

【図1】



【図1】

【図2】

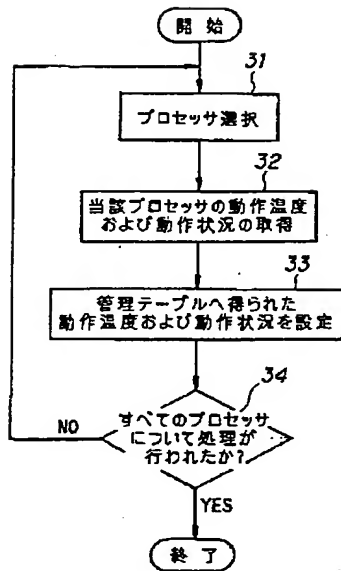
ノード番号	プロセッサ番号	動作温度	動作可否フラグ
ノード N1	P11	10	0
ノード N1	P12	20	1
⋮	⋮	⋮	⋮
ノード Nm	Pmn	10	0

【図2】

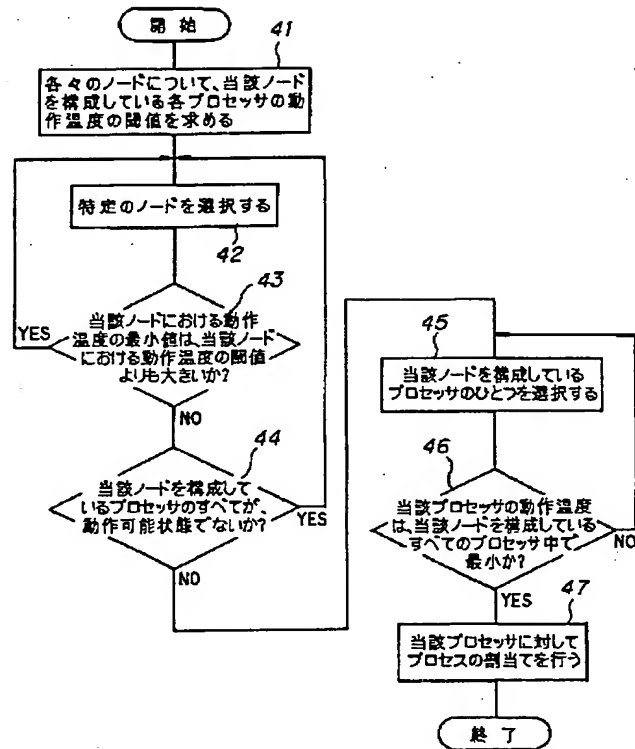
【図 3】

【図 4】

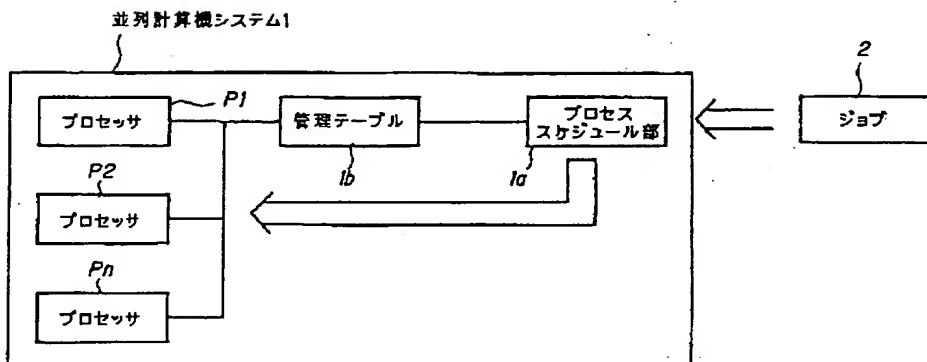
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【図 5】





# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 08016531  
PUBLICATION DATE : 19-01-96

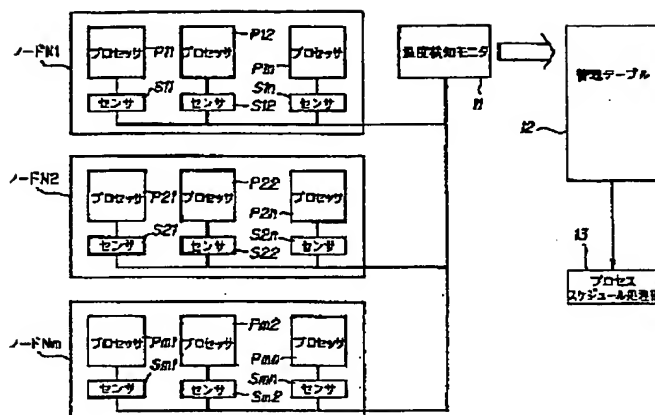
APPLICATION DATE : 28-06-94  
APPLICATION NUMBER : 06146522

APPLICANT : HITACHI LTD;

INVENTOR : YOKOYAMA TAKUZO;

INT.CL. : G06F 15/16 G06F 1/20 G06F 9/46

TITLE : PROCESS SCHEDULE SYSTEM



ABSTRACT : PURPOSE: To suppress the cooling capability required for a parallel computer system to reduce the operation cost of the whole of the system by performing the selection processing of a specific processor to be the schedule object of a new process so as to uniformize the operation temperatures of respective processors.

CONSTITUTION: A process schedule processing part 13 is started at each time of the occurrence of a process assignment request to processors  $P_{11}$  to  $P_{mn}$  constituting the system and obtains a threshold of the operation temperature of each processor in each of nodes  $N_1$  to  $N_n$  at first. A management table 12 is referred to find the node satisfying the condition that processors, which have minimum values of operation temperatures lower than thresholds of operation temperatures and can be operated, exist. Thereafter, the processor whose operation temperature is minimum is found, and the process is assigned to this processor. Since the process is assigned to the processor which has the minimum operation temperature and can be operated in this manner, unevenness of the temperature rise between processors constituting the system is prevented.

COPYRIGHT: (C)1996,JPO

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**